Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région du Centre and de l'Arctique | Réponse des Sciences 2014/031

TRAITEMENT CONTRE LA MOULE ZÉBRÉE DU LAC WINNIPEG

Contexte

La moule zébrée (*Dreissena polymorpha*), originaire de la mer Noire et de la mer Caspienne au sud-est de l'Europe, a connu un long historique d'invasion dans les eaux douces d'Europe et de l'est de l'Amérique du Nord. L'espèce a été introduite dans les Grands Lacs laurentiens au milieu des années 1980 par le rejet des eaux de ballast des navires. La moule s'est rapidement propagée dans l'ensemble de la région des Grands Lacs, dans ses systèmes fluviaux, les lacs plus petits et les réservoirs. L'espèce a eu un impact économique et écologique très important partout où elle s'est établie, provoquant de graves répercussions nuisibles sur les réseaux trophiques et la transformation des nutriments. La présence de la moule zébrée a été d'abord découverte dans le bassin de la rivière Rouge aux États-Unis autour de 2009. En octobre 2013, l'espèce a été signalée pour la première fois dans le lac Winnipeg au Manitoba.

La province du Manitoba a mis en place un protocole d'intervention rapide fondé sur Locke et Hanson (2009) pour tenter d'éradiquer les populations connues et empêcher la propagation de l'espèce. À cette fin, la province a demandé la fermeture de quatre ports pour petits bateaux du lac Winnipeg à une certaine période après la fonte des glaces du printemps 2014, pendant laquelle elle appliquera un traitement à la potasse liquide conçu pour tuer les moules zébrées qui s'y trouvent.

Le programme des Ports pour petits bateaux de Pêches et Océans Canada (MPO) a demandé des renseignements et un avis scientifiques sur cette requête. L'avis scientifique devait être remis le 22 avril 2014 au plus tard, afin que le Ministère ait le temps d'évaluer la demande de la province et de prendre une décision sur la fermeture des ports.

Plus précisément, les Sciences du MPO ont été chargées de répondre aux questions suivantes :

1. Les Sciences du MPO appuient-elles la recommandation du Comité scientifique consultatif sur la moule zébrée du Manitoba, selon laquelle il faut éradiquer ou éliminer la moule zébrée de quatre sites portuaires pour petits bateaux du lac Winnipeg en isolant ces ports et en y appliquant un traitement à la potasse liquide?
2. Dans l'affirmative, les Sciences du MPO approuvent-elles la période recommandée pour l'application du traitement d'éradication ou d'élimination (à savoir immédiatement après la fonte des glaces, mais avant que la température de l'eau atteigne 10 °C)?
3. Les Sciences du MPO ont-elles envisagé ou examiné d'autres solutions de traitement?

La présente réponse des Sciences découle du processus de réponse des Sciences mené en avril 2014 pour examiner le traitement proposé de lutte contre la moule zébrée du lac Winnipeg.

Renseignements de base

En 2012, le Secteur des sciences du MPO a évalué les risques posés par la moule zébrée au Canada (MPO 2012, Therriault *et al.* 2013). Il a été constaté que le risque présenté par la moule zébrée était élevé dans la plupart des régions de l'Ouest canadien. La probabilité de survie (habitats propices) a été déterminée principalement à partir des concentrations de calcium qui indiquent que la plupart des bassins versants des Prairies offrent des conditions propices à la

survie et à l'établissement de la moule zébrée. L'établissement de la moule zébrée a des répercussions écologiques considérables et irréversibles sur les écosystèmes d'eau douce.

La propagation anthropique, en particulier les activités de navigation de plaisance, y compris le transport terrestre de remorques de bateaux et de, matériel aquatique constituent des vecteurs importants qui contribuent à la propagation de la moule zébrée dans les eaux douces canadiennes. Dans les grands systèmes fluviaux, la dispersion naturelle vers l'aval peut se faire très rapidement sur de grandes distances.

Biologie de l'espèce

La moule zébrée se nourrit d'algues planctoniques et de zooplancton de petite taille. Les adultes sont ainsi en compétition avec le zooplancton de plus grande taille, ce qui a un impact sur la structure et la fonction des écosystèmes.

La température seuil de la reproduction de la moule zébrée se situe autour de 10 à 12 °C (Therriault *et al.* 2013). Les œufs fécondés se transforment en larves véligères en 3 à 5 jours et nagent librement pendant une période pouvant aller jusqu'à un mois (Therriault *et al.* 2013). Les moules dreissénidées présentent un temps de maturation court (de 1 à 2 ans), une fécondité élevée (plus d'un million d'œufs par femelle et période de frai) et une grande capacité de dispersion. Leur dispersion est soutenue par le stade véligère planctonique ainsi que la capacité des juvéniles et des adultes à se fixer sur des surfaces dures (p. ex., navires, remorques, animaux à carapace ou coquille dure) qui sont souvent transportées d'un écosystème à un autre. La croissance de la coquille dépend de la température. La moule zébrée peut vivre jusqu'à 6 à 9 années (mais sa durée de vie est généralement de 3 à 4 ans), les durées de vie les plus courtes correspondant à des températures de l'eau plus élevées. Dans des conditions favorables, elle peut atteindre des densités très élevées (supérieures à 1 000 000 d'individus par m^{-2}) dans des zones délimitées.

Cette espèce est habituellement présente dans les lacs, les rivières, les canaux et les estuaires, où elle se fixe à un éventail de substrats tels que des roches, des mollusques, des crustacés, des plantes aquatiques ou des matériaux composites produits par l'homme (p. ex., PEHD et PVC). La moule zébrée s'établit habituellement à des profondeurs moyennes (4 à 7 m) et ont tendance à être plus rares dans la zone profonde (>50 m) en raison des sédiments plus fins et des températures froides (environ 4 °C). On sait que la moule zébrée présente une phototaxie négative[1].

Analyse et réponse

La province du Manitoba a été informée de la présence possible de moules zébrées dans le lac Winnipeg le 11 octobre 2013 par un particulier. Des moules ont été trouvées sur un quai privé du port Boundary Creek Marina, sur la plage de Winnipeg, et sur plusieurs bateaux de pêche au port de Gimli le 12 et le 13 octobre 2013. Elles ont été identifiées comme étant des moules zébrées par plusieurs spécialistes. Par la suite, il a été prouvé que cinq moules trouvées en 2011 sur un bout de tuyau en PVC dans des débris le long de la côte de la baie Traverse du lac Winnipeg étaient des moules zébrées. Les personnes qui ont trouvé la grappe de moules zébrées ont indiqué que ces dernières semblaient mortes lorsqu'elles les ont été ramassées.

Le MPO et le Manitoba ont un groupe de travail sur les espèces aquatiques envahissantes, dans le cadre du Comité consultatif des pêches Canada-Manitoba. Le Comité consultatif scientifique

[1] Phototaxie négative : réaction de locomotion d'un organisme le portant à s'éloigner des sources de lumière.

sur la moule zébrée du Manitoba (CCS-MZ-MB) a été formé après la découverte de moules zébrées dans la province. Le Comité s'est réuni et a donné des directives au Manitoba sur les données nécessaires à la définition d'un « Plan de détection précoce et intervention rapide ».

Échantillonnage aux fins de délimitation

La province du Manitoba a établi un programme de surveillance annuel de la moule zébrée, qui comprend l'inspection des bouées de navigation retirées de la rivière Rouge et du lac Winnipeg en automne ainsi qu'un prélèvement mensuel d'échantillons de larves véligères dans la rivière Rouge à Emerson (figure 1). Aucune moule zébrée n'a été détectée dans la section de la rivière Rouge évaluée, ni à l'état de véligère ni à l'état d'adulte. Les services portuaires du Manitoba (à savoir ceux ayant des infrastructures importantes dans la rivière Rouge susceptibles d'être colonisées par les moules) ont été contactés et, à ce jour, rien n'indique que la moule zébrée ait colonisé la rivière Rouge. Bien que le Manitoba exploite aussi des stations d'inspection à la traverse frontalière internationale, à Emerson, depuis plusieurs années pendant la saison d'eau libre, la province n'a jamais détecté la présence de moules zébrées sur les bateaux et les remorques entrant sur son territoire.

En octobre 2013, une étude a été effectuée pour déterminer l'étendue spatiale et la densité de l'infestation par la moule zébrée. Les structures rigides (quais, navires en cale sèche et littoral) ont été contrôlées du port de Gull à l'ouest du bassin méridional du lac Winnipeg à Seymourville (presque directement en face du port de Gull de l'autre côté du lac) à l'est du bassin méridional du lac. Les inspections ont porté sur les principaux emplacements de rampes de mise à l'eau, et non pas seulement sur les ports, ainsi que le littoral des zones adjacentes aux ports. De plus, des quais privés le long de Willow Point (à 1 ou 2 km au sud de Gimli, au Manitoba) et dans les lotissements de Siglavik et d'Huskavik (au sud de Gimli) ont été vérifiés. Il a été demandé au personnel de Manitoba Hydro d'examiner la centrale électrique de Jenpeg. Toutes les bouées de navigation retirées du lac Winnipeg et du fleuve Nelson ont été examinées. Des populations de moule zébrée ont été découvertes dans quatre ports pour petits bateaux du MPO (Arnes, Gimli, plage de Winnipeg, baie Balsam) et dans une petite zone de quais privés à Willow Point. En tout, 425 adultes ont été récupérés en cinq lieux. La présence de moules zébrées n'a été observée dans aucun des autres lieux contrôlés par l'étude. Cependant, des employés de travaux publics ont indiqué avoir trouvé une moule zébrée sous chacune des deux jetées destinées à la baignade de Whytewold au moment où ces jetées ont été retirées. Lors de l'étude, toutes les surfaces n'ont pas été vérifiées, car le principal objectif était de déterminer la présence ou l'absence de l'espèce, d'en estimer la densité et d'obtenir la répartition selon la taille pour estimer le stade du cycle de vie. La densité de population des moules sur les surfaces rigides était relativement basse et similaire à Gimli, la plage de Winnipeg et la baie Balsam (environ 3 individus/m^2 de superficie disponible). Comme la taille des ports et du substrat disponible étant nettement supérieure à Gimli et la plage de Winnipeg, le nombre total d'individus y était plus élevé (estimé à plus de 1 000 individus). Cinq moules environ ont été retirées d'un voilier en cale sèche à Silver Harbour Resort au port d'Arnes. Willow Point est immédiatement au sud du port de Gimli et des moules zébrées ont été trouvées sur un quai privé dans un canal étroit d'un marais. Il est probable que le fond du canal gèle à cet endroit et que les moules aient peu de chances de survivre à l'hiver. Les plaques de surveillance et des traits de larves véligères dans la zone serviront à évaluer si l'infestation s'est poursuivie en 2014.

Les données de l'étude réalisée à l'automne 2013 montrent que les populations de moule zébrée en sont à leurs premiers stades de colonisation dans ces zones. La structure par taille de la population laisse à penser que la colonisation des ports s'est produite pendant la saison d'eau libre de 2013.

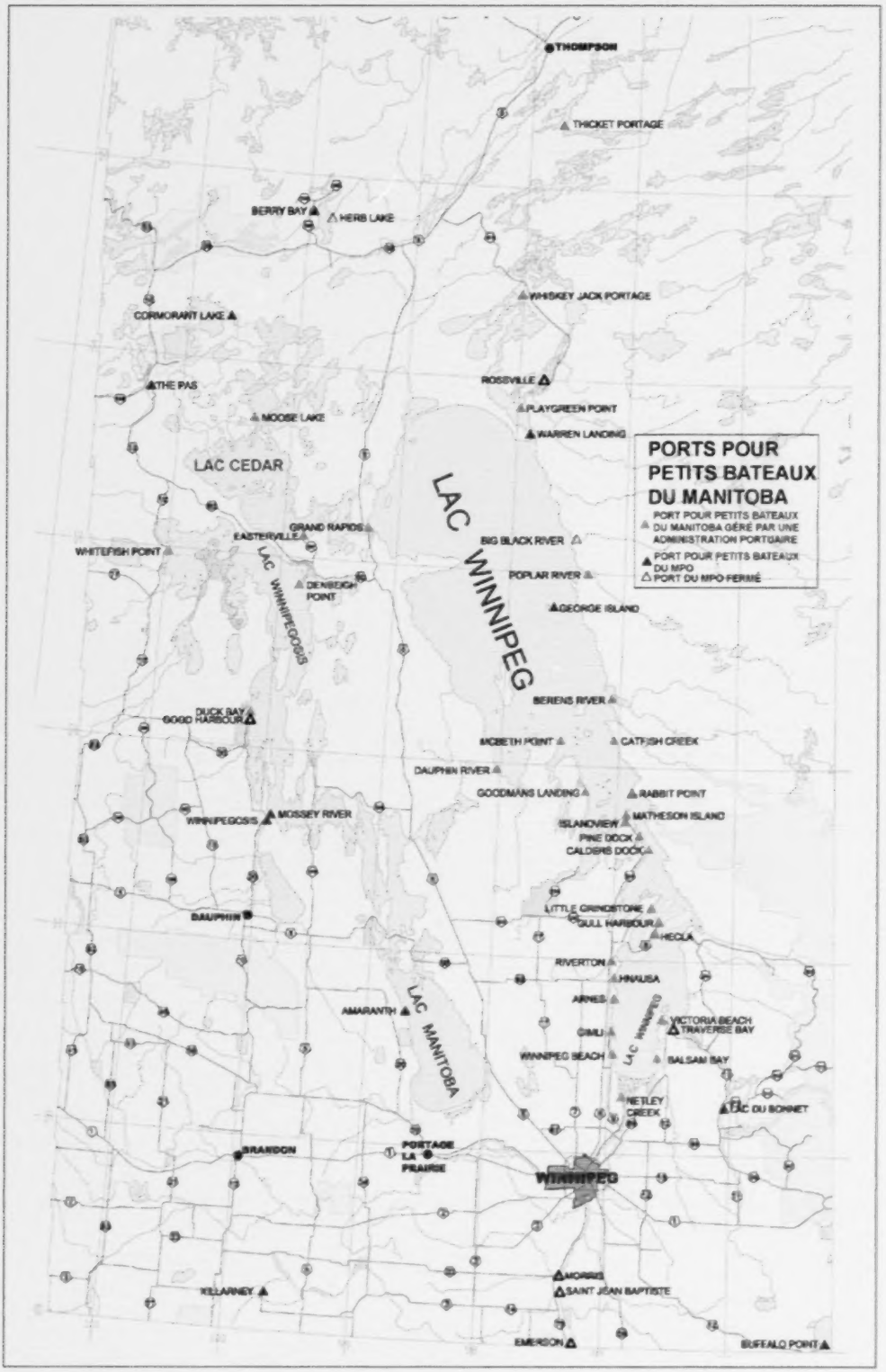

Figure 1. Ports pour petits bateaux du Manitoba

Le lac Winnipeg est vaste et de nombreux endroits n'ont pas fait l'objet de prélèvements d'échantillons. Toutefois, les échantillons de cladocère épineux prélevés en de nombreux lieux du lac au printemps, en été et en automne 2013 ont été analysés pour y rechercher des larves véligères de moule zébrée. Aucune larve véligère n'a été constatée à part dans les ports infestés.

Recommandation d'éradication

Le CCS-MZ-MB a recommandé que la province du Manitoba essaie d'éradiquer, ou d'éliminer, la moule zébrée des cinq lieux connus du bassin méridional du lac Winnipeg (dont quatre sont des ports pour petits bateaux du MPO). La période propice à l'éradication est très brève. Étant donné que la reproduction de la moule zébrée est extrêmement efficace et qu'elle peut se produire dès que la température de l'eau atteint 10 °C, le Comité a recommandé de lancer des mesures d'éradication ou d'élimination soit en hiver (sous la glace) soit au début du printemps (après la fonte des glaces, mais avant que la température de l'eau n'atteigne 10 °C). Après la reproduction, les larves véligères de moules dreissénidées peuvent dériver des ports ou être transportées vers de nouveaux lieux sur des coques de navire (par voie terrestre ou dans le lac Winnipeg).

Méthodes d'éradication

Le CCS-MZ-MB a étudié plusieurs solutions d'éradication.

Aucune mesure

Le Comité a même envisagé la possibilité de ne prendre aucune mesure. Ni fermeture de port ni approbation réglementaire ne seraient nécessaires. Les données des relevés effectués en 2013 montrent que la moule zébrée présente des taux de croissance très élevés après son établissement dans les sites portuaires, ce qui indique que ces ports sont un habitat propice à la survie et à la croissance de l'espèce. Il y a un risque élevé de dispersion de la moule zébrée hors des ports par ses larves véligères ou sur les coques des embarcations, puis de transport vers d'autres endroits autour du lac. De plus, le risque est accru de voir des moules parvenir par voie terrestre par l'intermédiaire de remorques ou de coques de bateau, eau de vivier ou d'eaux de ballast. Les impacts écologiques de la moule zébrée sont bien compris (Higgins et Vander Zanden 2010, Therriault *et al.* 2013) et potentiellement considérables dans le lac Winnipeg. Les risques liées à l'encrassement de l'infrastructure (prises d'eau, barrages hydroélectriques, bouées de navigation, etc.) sont aussi très courants et très coûteux. Les autorités d'autres territoires (p. ex., les États-Unis) ont adopté une politique plus vigoureuse en matière de prévention et de mesures de 'ralentissement de la propagation' (bien plus que le Canada). Ainsi, bien que cette question ne concerne pas l'évaluation scientifique, une démarche consistant à ne pas prendre de mesure pourrait causer des différends inter-juridictionnelle (p. ex., entre le Canada et les États-Unis ou entre le Manitoba et d'autres provinces de l'Ouest).

Traitement physique

Pêche à la main

Le Comité a discuté de la pêche à la main des moules adultes comme d'un moyen possible d'éradication ou d'élimination de l'espèce. Cette méthode a été mise à l'épreuve aux États-Unis dans les lacs Powell et George. Il n'est pas nécessaire de recourir à un traitement chimique ou biologique; les exigences réglementaires et les autorisations requises sont minimes. Le principal inconvénient de la méthode est son manque de fiabilité, des doutes pesant sur sa capacité à éradiquer l'espèce. En raison de la faible probabilité que la totalité des adultes soit éliminée et de la grande efficacité de reproduction de l'espèce (jusqu'à 1 million de gamètes par frai), un petit

nombre de survivants requis pour établir une population viable. De plus, la visibilité dans les ports (proche de zéro) limiterait l'efficacité de la cette méthode.

Remise en suspension de sédiments

Les taux de croissance et de survie de la moule zébrée sont réduits en cas de concentrations élevées de sédiments en suspension (c.-à-d. nutriments de mauvaise qualité). Le Comité a discuté de la possibilité d'augmenter et de maintenir artificiellement les concentrations de sédiments en suspension dans les ports concernés afin de réduire les taux de croissance et le potentiel de reproduction. Parce que ce traitement sera physique et non chimique ni biologique, les approbations réglementaires requises seraient moindres (mais pas inexistantes, voir par exemple l'article 35 de la *Loi sur les pêches*) et il ne serait pas nécessaire de fermer les ports. Cette méthode n'ayant jamais été utilisée, son efficacité tout comme son incidence sur les organismes non ciblés sont inconnues. Il faudrait étudier cette méthode de manière plus approfondie avant de pouvoir la considérer comme fiable. Elle pourrait servir à l'avenir en cas où l'espèce s'établit dans les ports à nouveau.

Vidange des ports

Cette opération tuerait la totalité des moules par asphyxie. Toutefois, sa logistique serait très lourde, elle aurait un coût élevé, nécessiterait des approbations réglementaires et entraînerait des impacts considérables sur tous les organismes non ciblés des ports. La durée de fermeture des ports serait probablement plus longue qu'avec les autres méthodes.

Traitement biologique

Zequanox

Ce traitement biologique (biopesticide) est autorisé dans des milieux industriels fermés aux États-Unis et au Canada. Il fait partie des produits homologués de lutte contre la moule zébrée par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada à usage industriel dans « dans des circuits d'eau fermés, semi-fermés ou confinés dans des infrastructures de barrages et les centrales électriques connexes ». Le United States Geological Survey met à l'épreuve l'efficacité de ce traitement dans un scénario de lac ouvert au Minnesota en 2014. Il semblerait que ce pesticide, contrairement à de nombreux autres, parvienne à lutter efficacement contre la moule zébrée avec un impact minimal sur le reste du biote. Le taux d'élimination pour ce pesticide n'est pas de 100 % (mais plutôt autour de 90 %) et les incertitudes sont nombreuses sur son utilisation dans des milieux de lacs ouverts. Bien que ce traitement n'aurait pas d'incidence sur les espèces non ciblées, son utilisation serait soumise à une approbation réglementaire et nécessiterait la fermeture des ports. Cette solution serait plus coûteuse que l'utilisation de chlorure de potassium et rien ne prouve qu'elle soit efficace à 100 % dans les conditions ambiantes des ports.

Traitement chimique

Réduction du pH

La moule zébrée vit dans des eaux dont le pH varie entre 6,6 et 8,5 (Benson et Raikow 2011), mais les adultes ont la capacité de s'adapter et de survivre à un pH inférieur à 5,2 (Heath 1993, cité dans Nalepa et Schloesser 2014). Cette méthode n'a pas été testée ailleurs et son efficacité est très incertaine. Le traitement aurait un impact sur les espèces non ciblées; de plus, maintenir les niveaux faibles de pH bas est techniquement délicat et nécessite une approbation réglementaire et la fermeture des ports.

Sulfate de cuivre

L'efficacité du sulfate de cuivre dans l'extermination des moules de la famille Dreissenidae a été prouvée dans deux emplacements « d'eau non confinée » : contre la moule zebrée à une base militaire aérienne américaine au Nebraska et contre la moule *Mytilopsis sallei* à Darwin Harbour en Australie (Fernald et Watson 2014). Le cuivre est toxique pour les organismes de tous les niveaux trophiques, y compris les organismes non ciblés comme les algues, les invertébrés et les poissons (USEPA 2008), et le traitement de la base militaire aérienne américaine a ainsi entraîné une mortalité massive de poissons (Fernald et Watson 2014). Dans le lac Winnipeg, il serait nécessaire de fermer les ports. Ce produit n'est pas homologué par l'ARLA pour la lutte contre la moule zébrée. Le traitement aurait un impact sur les espèces non ciblées, nécessiterait une approbation réglementaire et la fermeture des ports et il se pourrait qu'il ne soit pas totalement (à 100 %) efficace dans les conditions ambiantes des ports.

Chlore

Le chlore est un oxydant qui tue les moules zébrées par asphyxie. Le chlore est le traitement le plus couramment employé contre la moule zébrée dans des milieux industriels confinés en Amérique du Nord et en Europe (Fernald et Watson 2014 et les références y contenues) et son efficacité a été prouvée. Le chlore entre dans la composition de deux produits homologués pour usage industriel par l'ARLA. Il est toxique pour les organismes non ciblés et il comporte des risques pour la santé de l'homme (c.-à-d. la production de trihalométhanes cancérogènes) (Waller *et al.* 1993). La fermeture des ports est nécessaire. La durée du traitement des ports est inconnue et pourrait nécessiter de longues périodes de fermeture, car la moule zébrée peut se fermer et réduire son activité métabolique en présence de substances toxiques comme le chlore.

Potasse

L'utilisation de la potasse liquide a montré une efficacité de 100 % dans l'éradication de la moule zébrée à Millbrook Quarry en Virginie (États-Unis) (Fernald et Watson 2014). La potasse liquide se compose de chlorure de potassium (KCl) et éventuellement d'autres sels (p. ex., carbonate, sulfate, nitrate). Il est important de noter que l'agent molluscicide de la potasse est le potassium (K^+), qui semble interférer avec la capacité de la moule à transporter l'oxygène à travers la membrane de ses branchies (Fernald et Watson 2014). Aux concentrations requises pour tuer la moule zébrée (< 100 ppm K^+), on considère que la potasse liquide ne présente pas de risque ni pour la santé de l'homme ni pour les espèces non ciblées, sauf les moules d'eau douce indigènes (ASI 1997, Waller *et al.* 1993, Fernald et Watson 2014). Puisque la potasse n'est pas homologuée par l'ARLA, son application serait autorisée par cette dernière en vertu d'un permis de recherche pour qu'en soit testée l'efficacité dans l'extermination de la moule zébrée des ports. La fermeture des ports est nécessaire à son application.

Parmi les méthodes d'éradication étudiées, le CCS-MZ-MB a recommandé d'essayer l'addition de potasse liquide (mélange de sels de potassium), parce qu'elle a permis d'éradiquer la moule zébrée à Millbrook Quarry en Virginia (États-Unis) (Fernald et Watson 2014) et qu'elle présente à la fois une toxicité relative élevée pour la moule zébrée et une faible toxicité pour la plupart des autres organismes aquatiques (sauf les moules indigènes) aux concentrations proposées (< 100 ppm). L'application de potasse liquide nécessiterait la fermeture de certains ports pour petits bateaux pendant 10 à 60 jours. Le traitement serait réalisé par ASI Group Ltd (Aquatic Sciences Inc.).

Avant le début du traitement chimique, le cabinet-conseil étanchéifierait tous les ports concernés du lac Winnipeg par des membranes géotextiles imperméables (barrage rideau de type 2) qui seront installées par sa division marine. Ceci créera un plan d'eau libre confiné. Une aire de transit sera située à proximité de chaque port et servira tout au long du projet. Des cuves de

stockage en polyéthylène haute densité avec dispositif de confinement des déversements serviront à protéger des déversements et à garantir un approvisionnement constant en solution-mère. Une solution-mère composée d'environ 12 % de potassium sera préparée par un fournisseur de substances chimiques et livrée sur le site en fonction des besoins. De là, elle sera transférée dans les cuves de stockage et la solution sera maintenue par un mélangeur à cuve électrique. Selon les estimations, 336 tonnes métriques de 20 % de chlorure de potassium seront nécessaires pour traiter environ 356 000 à 427 000 m^3 d'eau, soit le volume d'eau des ports infestés.

Les opérations sur l'eau nécessiteront un bateau de travail Sealander de 22 pi, équipé d'un diffuseur. La solution-mère des cuves de stockage à terre alimentera en permanence le diffuseur par une conduite d'alimentation flottante de 3,8 cm (1,5 po) de diamètre ainsi qu'un système de transfert à pompe centrifuge. Dans cette méthode de traitement, il est crucial que le potassium soit diffusé adéquatement et non par déversement discontinu.

Le traitement sera réalisé systématiquement, au moyen d'une division des ports par segments ou zones de traitement caractérisés par leur profondeur. Le diffuseur rétractable de 3 m x 1,2 m (10 pi x 4 pi) de la plateforme de travail se composera de dix tuyaux souples perforés aux extrémités protégées et lestées qui seront attachés à la section horizontale de 3 m (10 pi). Ce dispositif permettra de mettre en place une plus grande zone de mélange et de réduire les dommages causés par les obstacles immergés grâce aux tuyaux souples. Un échosondeur servira à surveiller la profondeur de l'eau et celle du diffuseur immergé afin de conserver une hauteur optimale par rapport au fond du port. Cet appareil permettra aussi de réduire les risques d'enchevêtrement du diffuseur avec le relief du fond du lac.

Pour garantir le fonctionnement optimal du dispositif de diffusion du potassium et le maintien des concentrations de potassium souhaitées dans l'ensemble de la zone traitée, les taux de potassium seront surveillés sur place pendant chaque application de charge. Cette surveillance donnera au personnel d'ASI des renseignements sur la vitesse et l'efficacité de la dispersion du potassium dans l'ensemble de la zone traitée. L'information peut servir à modifier le protocole de traitement, par une augmentation ou une diminution du dosage afin d'atteindre les concentrations voulues.

Après la diffusion de la charge, un dernier exercice d'échantillonnage sera réalisé dans chaque port pour caractériser les concentrations de potassium à différentes profondeurs. Les lieux de surveillance de chaque port seront espacés de 20 à 45 m (75 à 150 pi) selon la largeur du port à chaque transect. Trois à cinq sites seront surveillés le long de chaque transect de façon à couvrir une superficie maximale des transects traités. Tous les dix échantillons, des échantillons seront prélevés en double et analysés à des fins de contrôle et d'assurance de la qualité.

Pour calculer les concentrations de potassium, les échantillons d'eau seront obtenus par deux méthodes. Quand la profondeur est inférieure à 2 m, les prélèvements seront effectués à la surface et recueillis à au moins 0,15 m sous la surface. Une pompe péristaltique ou une bouteille d'échantillonnage Kemmerer servira à prélever les échantillons de chaque thermocline présente dans les ports et aux profondeurs supérieures à 2 m. Les échantillons seront analysés à l'aide d'un appareil de mesure des concentrations pH/ion Orion 290A ainsi que d'une sonde de détection du potassium.

L'identification, le lieu, la profondeur, la date de chaque échantillon, les coordonnées GPS de chaque lieu de surveillance et toute autre information pertinente seront notés dans le carnet de terrain et sur des feuilles de registres de rapport. Les instruments employés sur le terrain seront étalonnés tous les jours en fonction de normes aux valeurs connues. La surveillance sera quotidienne pendant une période de travail de 12 heures.

Plusieurs essais biologiques serviront à déterminer l'efficacité de chaque traitement. Les essais biologiques consistent à placer 100 moules zébrées adultes en pleine santé dans des tubes à grille de 75 microns, puis à les exposer à une eau chargée en potassium à plusieurs endroits. Ces lieux sont déterminés en fonction des résultats de l'analyse des concentrations de potassium et viseront des zones et des profondeurs où ces concentrations varient. Selon les estimations, jusqu'à cinq essais biologiques seront réalisés par port dans différents lieux et à différentes profondeurs. Des mesures seront prises pour maintenir les tubes des essais biologiques à leur place dans les ports et pour empêcher la libération de larves véligères de spécimens d'essai.

Les moules zébrées des essais biologiques seront prélevées dans le lac Simcoe, où on les trouve sans moules quaggas (autre espèce dreissénidée envahissante). Les moules seront pêchées à la main et transportées dans de l'eau traitée par rayonnement UV pour empêcher la transmission d'autres espèces aquatiques envahissantes, y compris les maladies. Les moules seront conservées jusqu'à 7 jours dans un milieu confiné avant d'être transportées au Manitoba. À leur arrivée dans la province, l'eau de transport sera rejetée loin de toute eau superficielle, le conditionnement sera jeté à la poubelle et les contenants seront lavés à l'eau chaude (140 °C).

Un échantillon témoin de moules zébrées (probablement conservé au port de Gimli) dans un aquarium équipé d'un système de renouvellement continu de l'eau posé dans une remorque transportée sur place. De l'eau non traitée du lac Winnipeg sera pompée de l'autre côté du barrage du port pour l'aquarium. L'effluent passera par une multitude de filtres, se terminant par une grille de 40 microns, avant de pénétrer dans le port auquel la charge de potasse a été appliquée. La taille de la maille est inférieure à la plus petite taille d'œuf de moule zébrée recensée par les documents et la littérature sur l'espèce. Le milieu témoin sera éliminé immédiatement après la mort de la totalité (100 %) des moules zébrées dans les cages des essais biologiques et avant le démantèlement de la barrière (au moins 1 à 2 jours avant).

Les cages d'essai biologique seront fabriquées à partir des tubes en PVC protégés à leurs extrémités par une grille dont les mailles mesurent 40 microns. Seulement après l'étanchéisation du port, l'application de la potasse et la fin de la surveillance garantissant des concentrations adéquates de potasse, les cages d'essai biologiques pourront être placées à différents endroits du port. Dans le cas du port de Gimli, le plan prévoit de placer à différents endroits du port 10 filins auxquels seraient fixées une cage vers le haut et une cage vers le fond. Chaque filin serait ancré à l'aide d'un bloc de béton de mâchefer et repéré par une bouée. Les cages d'essai biologique seront contrôlées et toute moule qui aura l'air morte sera retirée et placée dans un aquarium contenant de l'eau non traitée circulant en continu pour s'assurer que l'individu est effectivement mort et non simplement paralysé par le potassium.

En plus des essais biologiques réalisés dans le port, l'essai biologique du groupe témoin consistera à surveiller 100 moules adultes déposées dans de l'eau douce non traitée d'un milieu au climat régulé, dans une remorque, de façon à reproduire les conditions de l'eau du port visé. Les moules du groupe témoin permettront de surveiller la santé de la population pendant l'essai biologique et de garantir ainsi la fiabilité des résultats de mortalité.

Pour savoir si une fuite a eu lieu à un des barrages, des échantillons d'eau seront prélevés à différentes profondeurs le long d'un transect adjacent à l'extérieur de chaque barrage, au moyen des méthodes décrites plus haut. En cas de fuite, des échantillons d'eau continueront d'être prélevés à différentes profondeurs jusqu'à ce que les concentrations de potassium atteignent un niveau non toxique pour les moules (ou leur niveau naturel).

Au démantèlement de chaque barrage, des échantillons d'eau seront recueillis pour déterminer l'étendue et la durée du panache de dispersion du potassium au moyen des méthodes indiquées plus haut. Dans la mesure du possible, la zone du panache sera soumise à un suivi, qui permettra de savoir si les bivalves d'eau douce y habitant ont été touchés.

Impacts sur les espèces en péril

La seule espèce inscrite sur la liste de la *Loi sur les espèces en péril* susceptible de se trouver dans le lac Winnipeg est la mulette feuille d'érable. Bien que dans le passé, des documents aient attesté la présence de la mulette feuille d'érable dans le lac Winnipeg, ni le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) ni les processus d'évaluation du potentiel de rétablissement (ÉPR) du MPO n'ont pu confirmer ces rapports non vérifiés (MPO 2011). La répartition actuelle des mulettes feuilles d'érable adultes indique que l'espèce aurait tendance à se trouver dans des rivières moyennes ou grandes (MPO 2011). Il ne semble pas que le débit d'eau soit un facteur limitant pour la mulette feuille d'érable, car on la trouve à la fois dans des rivières au débit lent et rapide. Des études récentes montrent que cette moule préfère les substrats de gros gravier ou de cailloutis denses, mais elle habite aussi les substrats boueux, de sable et de gravier fin. Les valeurs de la vitesse du courant mesurées dans les sites de la rivière Assiniboine où la mulette feuille d'érable a été détectée variaient de 0,42 à 0,72 m s^{-1}. Les principaux facteurs limitant la stabilisation et la croissance des populations de moules d'eau douce au Canada sont l'introduction et l'établissement des moules dreissénidées et la diminution de la qualité de l'habitat de moules d'eau douce disponible. La menace représentée par les espèces exotiques pour la mulette feuille d'érable dans la rivière Rouge est considérée comme élevée (MPO 2011). Il est relativement peu probable que des individus de l'espèce se trouvent dans les ports visés. En revanche, l'établissement d'une population de moule zébrée viable pourrait avoir un impact considérable sur la mulette feuille d'érable.

Sources d'incertitude

La principale source d'incertitude est le fait qu'on ne sait pas si d'autres populations viables de moule zébrée vivent hors des sites infestés connus. Dans ce cas, le besoin d'éradication ou d'élimination des moules des ports serait moindre (mais non nul). Même si d'autres populations seraient établies dans le lac, l'élimination des populations des ports présente l'avantage de réduire le risque de voir des moules zébrées se fixer à un bateau de plaisance, à une remorque de bateau, dans de l'eau de cale ou un vivier, puis atteindre un autre lac. Ce transfert constituerait une brèche au dispositif de confinement et d'autres stratégies (très coûteuses) seraient nécessaires pour contenir la moule zébrée dans plusieurs lacs et provinces.

Pour ce qui est du traitement, l'efficacité de la potasse dans l'élimination de la moule zébrée a été prouvée par plusieurs études (ASI 1997, Fernald et Watson 2014). Une grande incertitude subsiste toutefois sur la faisabilité logistique du maintien des concentrations de potasse aux niveaux souhaités pendant tout le traitement (p. ex., en cas de vents forts qui modifieraient les niveaux d'eau et de renouvellement de l'eau des ports). L'entrepreneur a avancé que des mesures d'atténuation étaient prévues dans ces circonstances (barrage rideau à l'entrée des ports pour restreindre le débit, possibilité d'appliquer une nouvelle charge de potasse au besoin).

Des incertitudes pèsent aussi sur ce qu'il faudrait faire si, après les mesures d'éradication, la moule zébrée s'établit de nouveau dans les ports infestés ou ailleurs. Il n'est pas sûr que des actions d'éradication soient mises en place à l'avenir, car elles dépendraient de plusieurs facteurs et éléments.

Si le traitement ne débute pas avant que la température de l'eau atteigne 10 °C, les adultes survivants devraient commencer à se reproduire. Si les mesures de confinement ne sont pas mises en place, il est possible que les larves véligères s'échappent des ports. Ceci est arrivé sans aucun doute en été 2013, avant que les moules ne soient découvertes dans les ports. Par chance, la plupart des lieux entourant les ports ont des substrats mous, considérés comme des habitats sous-optimaux pour l'espèce. Si le traitement est reporté à l'automne, non seulement les larves véligères seront sorties des zones portuaires, mais des moules zébrées fixées à des

coques de bateau pourraient être transportées tout autour du lac et coloniser d'autres ports et des eaux libres du lac.

Conclusions

L'établissement la moule zébrée dans le lac Winnipeg pose un risque élevé pour les écosystèmes du lac. Bien que l'ampleur et l'étendue des changements qui seraient induits par l'établissement de l'espèce dans le lac Winnipeg soient inconnues, des études portant sur d'autres cas donnent un aperçu des impacts possibles. Des données établies dans l'ensemble de l'aire de répartition envahie par la moule zébrée indiquent qu'elle provoque une restructuration spectaculaire des réseaux trophiques ainsi que des flux énergétiques et nutritifs dans les systèmes d'eau douce (Higgins et Vander Zanden 2010, Higgins 2014).

Locke *et al.* (2011) ont élaboré un cadre canadien d'intervention rapide contre les espèces aquatiques envahissantes, selon lequel le résultat optimal est l'élimination de tous les risques connexes à la présence de l'espèce cible (c.-à-d. son éradication). D'après l'évaluation déjà effectué des risques posés par la moule zébrée dans les écosystèmes d'eau douce canadiens, la probabilité d'invasion par cette espèce est très élevée et les risques pour l'environnement sont élevés dans le lac Winnipeg (MPO 2013).

À partir de l'information disponible, le Secteur des sciences du MPO approuve la mesure recommandée par le Comité consultatif scientifique sur la moule zébrée du Manitoba (application de potasse liquide) pour tenter d'éradiquer la moule zébrée des ports du lac Winnipeg où sa présence a été détectée.

Plusieurs solutions de traitement ont été envisagées. Le traitement à la potasse liquide proposé semble être la solution la plus efficace, qui entraîne le moins d'impacts sur les autres espèces et qui a fait ses preuves ailleurs.

Le Secteur des sciences du MPO convient que le calendrier proposé du traitement (à savoir au début du printemps après le dégel) serait effectivement le plus efficace pour l'éradication ou l'élimination de la moule zébrée dans les ports. Le report du traitement à plus tard dans la saison augmenterait le risque d'établissement de la moule zébrée dans le lac, de brèche au dispositif de confinement et donc de transport de l'espèce vers d'autres lacs et, éventuellement, hors du Manitoba.

L'éradication ou l'élimination de la moule dans les ports doit être suivie d'une stratégie de décontamination pour réduire le risque de transport de moules zébrées entre les plans d'eau.

Collaborateurs

Lynn Bouvier, Secteur des sciences du MPO, Région du Centre et de l'Arctique

Scott Higgins, Secteur des sciences du MPO, Région du Centre et de l'Arctique

Laureen Janusz, Ministère de la Conservation et de la Gestion des ressources hydriques du Manitoba

Jeff Long, Ministère de la Conservation et de la Gestion des ressources hydriques du Manitoba

Kathleen Martin, Secteur des sciences du MPO, Région du Centre et de l'Arctique

Todd Morris, Secteur des sciences du MPO, Région du Centre et de l'Arctique

Patricia Ramlal, Secteur des sciences du MPO, Région du Centre et de l'Arctique

Approuvé par

Michelle Wheatley, Directrice de Science, Région du Centre et de l'Arctique
(Approuvé le 25 April 2014)

Sources de renseignements

Aquatic Sciences Inc. 1997. Ontario Hydro baseline toxicity testing of potash using standard acute and chronic methods: ASI Project E9015. *In* Eradication of zebra mussels at Millbrook Quarry, Prince William County, Virginia. Proposal M20065 submitted to the Virginia Department of Game and Inland Fisheries in response to RFP 00375-352.

Benson, A.J., and Raikow, D. 2011. *Dreissena polymorpha*. USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesvill, FL.

Fernald, R. T., and Watson, B.T. 2014. Eradication of Zebra Mussels (*Dreissena polymorpha*) from Millbrook Quarry, Virginia: Rapid response in the real world. *In* Quagga and Zebra Mussels: Biology Impacts and Control, Edited by T.F. Nalepa and D.W. Schloesser. CRC Press. Boca Raton FL., 775 p.

Higgins, S.N. 2014. A meta-analysis of dreissenid effects on freshwater ecosystems. In Quagga and Zebra Mussels: Biology, Impacts, and Control, Second Edition. Edited by T. Nalepa and D. Schloesser. CRC Press, Boca Raton, FL. p. 487-494.

Higgins, S.N., and Vander Zanden, M.J. 2010. What a difference a species makes: A meta-analysis of dreissenid mussel impacts on freshwater ecosystems. Ecological Monographs 80: 179-196.

Locke, A., and Hanson, J.M. 2009. Rapid response to non-indigenous species. 3. A proposed framework. Aquatic Invasions 4: 259-273. doi:10.3391/ai.2009.4.1.26.

Locke, A., Mandrak, N.E., and Therriault, T.W. 2011. A Canadian Rapid Response Framework for Aquatic Invasive Species. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2010/114. vi + 30 p.

MPO. 2011. Évaluation du potentiel de rétablissement de la ligumie pointue (*Ligumia nasuta*), de la troncille pied-de-faon (*Truncilla donaciformis*), de la mulette feuille d'érable (*Quadrula quadrula*) et de la villeuse irisée (*Villosa iris*) au Canada. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2010/073.

MPO. 2013. Avis scientifique découlant de l'évaluation des risques posés par trois espèces de moules dreissénidées (*Dreissena polymorpha*, *Dreissena rostriformis bugensis* et *Mytilopsis leucophaeata*) dans les écosystèmes d'eau douce au Canada. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2012/082.

Nalepa, T.F., and Schloesser, D.W. (ed.) 2014. Quagga and Zebra Mussels: Biology Impacts and Control. CRC Press. Boca Raton FL., 775 p.

Therriault, T.W., Weise, A.M., Higgins S.N., Guo, S., and Duhaime, J. 2013. Risk assessment for three dreissenid mussels (*Dreissena polymorpha, Dreissena rostriformis bugensis, and Mytilopsis leucophaeata*) in Canadian freshwater ecosystems. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/174 vi + 88 p.

USEPA 2008. Copper Facts. US Environmental Protection Agency. Prevention, Pesticides and Toxic Substances 7508P. EPA 738-F-06-014. 5 p.

Waller, D.L., Rach, J.J., Cope, W.G., Marking, L.L., Fisher, S.W., and Dabrowka, H. 1993. Toxicity of candidate molluscicides to zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) and selected target organisms. J. Great Lakes Res. 19: 695-702.

Le présent rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Centre et de l'Arctique
Pêches et Océans Canada
501, University Crescent
Winnipeg (Manitoba)
R3T 2N6

Téléphone : (204) 983-5131
Courriel : xcna-csa-cas@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-3815
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2014

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2014. Traitement Contre la moule Zébrée dans le Lac Winnipeg. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2014/031.

Also available in English :

DFO. 2014. Lake Winnipeg Zebra Mussel treatment. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2014/031.